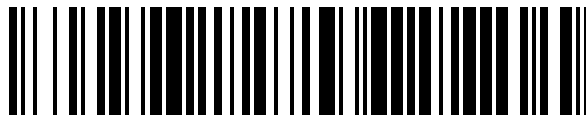


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 305 985**

21 Número de solicitud: 202331960

51 Int. Cl.:

E04C 3/12 (2006.01)

E04B 7/22 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

11.05.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.02.2024

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA (100.0%)
EDIFICIO EMPRENDIA - CAMPUS VIDA
SANTIAGO DE COMPOSTELA
15782 A Coruña (A Coruña) ES**

72 Inventor/es:

**GUAITA FERNÁNDEZ, Manuel;
PORTELA BARRAL, María y
LORENZANA FERNÁNDEZ, José Antonio**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

54 Título: **CELULA ESTRUCTURAL Y SISTEMAS MODULARES**

ES 1 305 985 U

DESCRIPCIÓN

CELULA ESTRUCTURAL Y SISTEMAS MODULARES

SECTOR DE LA TÉCNICA

- 5 La invención se refiere a una célula estructural y a sistemas modulares compuestos de una pluralidad de dichas células fabricados de manera preferencial con materiales ecológicos como la madera.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 El uso de la madera en elementos constructivos prefabricados es conocido en el estado de la técnica. El documento GB2418436 describe en su parte referente al estado del arte conocido, vigas de madera formadas por dos cordones dispuestos de maneras paralela. Dichos cordones son unidos mecánicamente mediante un alma central que dispone en ambos de sus extremos de estructuras en forma de dientes de sierra que penetran en cavidades
15 complementarias situadas en la parte central de los cordones. Aunque estas vigas son eficaces en la labor de soportar carga no presentan una estructura particularmente ligera. Las vigas descritas en el documento GB2418436 no están concebidas para ser interconectadas en forma de módulos para conformar paredes o suelos, sino que necesitan de elementos complementarios para cumplir su función

- 20 El documento FR2944815 describe elementos celulares formados por dos cordones laterales unidos por dos elementos centrales dispuestos longitudinalmente y colocados de manera ligeramente desplazada frente a los cordones de manera que se forma una cavidad en una de las caras laterales de dichos elementos celulares mientras que en la cara opuesta el elemento central sobresale respecto a los cordones. La forma de estos elementos celulares
25 permite conectarlos entre sí ya que la parte sobresaliente de un primer elemento puede alojarse en la cavidad del siguiente elemento, operación que puede ser extendida a una pluralidad de elementos celulares de manera que al final se obtenga un módulo prefabricado. Los elementos celulares descritos en FR2944815 pueden ser conectados en posición horizontal o en posición vertical formando paredes de uso en la construcción de edificios. Los
30 elementos centrales de dichos elementos celulares pueden estar fabricados en madera maciza o estar formados de un material compuesto.

- Aunque los elementos celulares de FR2944815 presentan una gran facilidad de conexión, tanto cada elemento celular individual como los módulos formados por dichos elementos presentan un elevado peso. Además, no proporcionan un buen aislamiento
35 acústico, siendo necesario utilizar capas de material aislante que aumentan el espesor final de la pared o suelo construido.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Los problemas del estado de la técnica quedan resueltos por una célula según la primera reivindicación, por sistemas modulares compuestos por dichas células de acuerdo con las reivindicaciones 13,16 y de acuerdo con la reivindicación 20 siendo este un sistema ignífugo. Tanto las células como los sistemas modulares de la presente invención presentan una gran ligereza, flexibilidad y necesitan de poco material para ser construidas. La invención se refiere también a un método de control de calidad de los tableros de las que se obtienen las almas de las células de acuerdo con la reivindicación 23. La utilización de este método es opcional dependiendo de las circunstancias concretas de fabricación.

Un primer aspecto de la invención se refiere a una célula estructural que comprende un primer cordón de madera que tiene un primer lado situado en un primer extremo que tiene una altura, htc_{11} y un segundo lado en su extremo opuesto que tiene una altura htc_{12} , un tercer lado con un ancho br_{11} y un cuarto lado opuesto al tercer lado con un ancho br_{12}

un segundo cordón de madera que tiene un primer lado, situado en un primer extremo que tiene una altura htt_{21} y un segundo lado situado en su extremo opuesto que tiene una altura htt_{22} , un tercer lado con un ancho br_{21} y un cuarto lado opuesto al tercer lado con un ancho br_{22}

un primer alma de altura h_1 y anchura bw_1 , que está en contacto con el primer lado del primer cordón y con el primer lado del segundo cordón de manera que el primer cordón y el segundo cordón quedan unidos mecánicamente a través de por lo menos dicho primer alma y definen una cavidad interior delimitada por el espacio situado entre los cordones y el primer alma,

estando la célula caracterizada en que el primer alma es un tablero de fibras de madera con una densidad media superior a 1000 kg/m^3 e inferior a 1300 kg/m^3 y en que el primer alma tiene un espesor menor de 8 mm.

La célula estructural puede comprender un segundo alma de altura h_2 y anchura bw_2 en contacto con el segundo lado del primer cordón y con el segundo lado del segundo cordón y en que el segundo alma es un tablero de fibras de madera con una densidad superior a 1000 kg/m^3 e inferior a 1300 kg/m^3 y un espesor inferior a 8 mm.

En una realización de la invención alguna de las relaciones $br_{11}+bw_1+bw_2/h_1$, $br_{12}+bw_1+bw_2/h_1$, $br_{21}+bw_1+bw_2/h_1$, $br_{22}+bw_1+bw_2/h_1$ está comprendida entre 70/240 y 160/140.

En una realización de la invención por lo menos una de las relaciones $br_{11}+bw_1+bw_2/h_2$, $br_{12}+bw_1+bw_2/h_2$, $br_{21}+bw_1+bw_2/h_2$, $br_{22}+bw_1+bw_2/h_2$ está comprendida entre 70/240 y 160/140.

En una realización de la invención alguna de las relaciones br11/htc11, br12/htc12, br21/htt21, br22/htt22 está comprendida entre 57/50 y 147/30.

5 El peso de la célula de la invención puede ser menor del 20% del peso de una célula maciza construida con el mismo material que uno de los cordones de la célula. De esta forma se consigue una célula estructural más ligera y con las mismas propiedades mecánicas.

En una realización de la invención una de las dos alturas (htc11, htc12) del primer cordón es diferente a una de las dos alturas (htt21, htt22) del segundo cordón. En concreto, las alturas htt21, htt22 del segundo cordón pueden ser mayores a las alturas htc11, htc12 del primer cordón de manera que la célula tarde más en consumirse en caso de estar sometida al fuego.

10 En algunas realizaciones, al menos una parte de los extremos longitudinales (los extremos más largos del alma) del primer alma tiene una forma de almena y el primer lado del primer cordón y el primer lado del segundo cordón comprenden unas protuberancias complementarias con la forma de almena del primer alma.

De esta forma la unión entre los cordones y el alma pueden hacerse sin necesidad de 15 añadir adhesivos químicos. Evidentemente también el segundo alma puede unirse al primer y segundo cordón mediante este tipo de formas almenadas.

En algunas realizaciones por lo menos uno de las almas puede unirse al primer cordón y al segundo cordón por medio de un adhesivo. Obviamente uno de las almas puede unirse a los cordones mediante adhesivo mientras que el segundo alma puede unirse mediante formas 20 almenadas mencionadas.

Preferentemente el primera alma y el segundo alma pueden están fabricados en base a restos de madera y las fibras que forman parte de las almas quedar adheridas entre sí en el proceso de fabricación por medio de la propia lignina de la madera sin necesidad de añadir 25 compuestos adhesivos suplementarios. Es decir, las fibras de madera se unen sin usar adhesivos químicos.

De acuerdo con una realización preferente los tableros que constituyen el primer alma y el segundo alma son anisótropos de manera que presentan una dirección a lo largo de la cual el tablero presenta una menor resistencia al corte y las almas son obtenidas cortando los 30 tableros en dicha dirección preferencial. En dicho proceso de fabricación los restos de madera son triturados hasta conseguir fibras de madera que son disueltas en agua lo cual favorece la disposición de las fibras en una dirección preferencial y su posterior corte.

Para aumentar la longitud de la célula es necesario unir un extremo longitudinal de un cordón con el extremo de otro-cordón pudiendo realizarse este empalme mediante unión dentada (finger-joint). Así es posible adaptar la longitud de la célula estructural a las 35 necesidades concretas de construcción. Esta unión dentada puede ser una unión de acuerdo a la norma UNE EN 15497 y entre los extremos de los cordones a unir puede utilizarse un

adhesivo para aumentar la resistencia de la unión. El adhesivo puede ser un adhesivo estructural.

Un segundo aspecto de la invención se refiere un sistema modular formado por una pluralidad de células estructurales en forma de C que comprenden un primer alma, un primer
5 cordón y un segundo cordón, estando estas células en forma C adosadas unas a otras de forma que en el lado de la célula en forma C donde no está dispuesto el primer alma, se coloca el primer alma de la siguiente célula en forma de C. Este sistema puede usarse como elemento prefabricado en la construcción de por ejemplo forjados, lo cual ahorra tiempo de construcción. Entre los lados libres de los cordones de una célula estructural en forma de C y el primer alma
10 de la célula estructural siguiente se coloca un adhesivo, preferentemente un adhesivo estructural, con el objeto de unir mecánicamente una célula estructural con la célula estructural siguiente.

En una realización de la invención la anchura del sistema modular está comprendida preferentemente entre 600 y 1200 mm, siendo la anchura la distancia entre los extremos libres
15 del sistema modular en una dirección perpendicular a aquella en la que están dispuestos los cordones.

Un tercer aspecto de la invención se refiere a un sistema modular formado por células con por lo menos un primer alma y un segundo alma y un primer cordón y un segundo cordón en el cual las células están colocadas de manera paralela y separadas entre sí, siendo estando
20 comprendida de manera preferencial la distancia entre sus ejes entre 400 y 600 mm, de modo que dichas células quedan unidas por medio de dos tableros suplementarios que unen entre sí los lados terceros de las células y que unen entre sí los lados cuartos de las células.

En una realización entre cada par de células y los tableros suplementarios se definen alojamientos que se rellenan con un aislamiento térmico o un aislamiento acústico.

En realizaciones de la invención se ha previsto que la cavidad interior situada entre el primer y segundo cordón y las almas de cada una de las células que forman el sistema modular se coloque un aislamiento térmico o un aislamiento acústico. La colocación de este
25 aislamiento ahorra dimensiones de elementos suplementarios que son necesarios en la construcción para conseguir el aislamiento térmico-acústico deseado. El aislamiento térmico o el aislamiento acústico puede ser fibra de madera, corcho o celulosa.

En algunas realizaciones los dos cordones de cada célula están hechos de madera de distinta especie o clase resistente y en que uno de los dos cordones es más resistente a compresión y el otro más resistente a tracción. Cuando se utiliza el sistema como viga el cordón que recibe la fuerza de la estructura superior tiende en general a comprimirse y el de
35 abajo a expandirse.

Un cuarto aspecto de la invención se refiere a un sistema modular que comprende una

primera célula estructural que comprende un primer alma y un segundo alma, así como una segunda célula estructural en forma de C que comprende una primer alma (no tiene segundo alma) de manera que la primera célula estructural está situada contigua a la segunda célula estructural en forma de C de modo que un lateral de cada uno de los cordones de la célula en forma de C esté unido mecánicamente a una de las almas de la célula. Los segundos cordones que son susceptibles de ser colocados en la zona más próxima a un posible fuego, de cada una de las células pueden tener una altura h_{tt} mayor que la altura h_{tc} del primer cordón de cada una de las células estructurales. Así se garantiza una sección eficaz de madera que permita la resistencia al fuego requerida al elemento estructural

En una realización la cavidad de cada una de las células está rellena de lana de roca, teniendo la lana de roca una densidad mínima de 120Kg/m³.

En una realización preferente la altura h de los cordones está comprendida entre 35 y 50 mm, preferentemente entre 35 y 45 mm.

En una realización de la invención la resistencia a tracción/compresión de dichas almas y/o dichos tableros es mayor a 20 N/mm², preferentemente mayor a 20,4 N/mm².

En ocasiones, con el objeto de facilitar su fabricación se disponen entre el primer y el segundo cordón, elementos rigidizadores con un ancho igual a la distancia entre los cuartos lados de los cordones y una altura igual a la altura del cordón de menor altura de manera que la separación entre dos rigidizadores sucesivos es aproximadamente 15 veces mayor que la longitud del cordón de menor canto. Preferentemente los rigidizadores de los extremos se proponen de una anchura entre 200 y 250mm, los rigidizadores intermedios tienen una anchura igual al canto del cordón con menor canto

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con ejemplos de realizaciones prácticas de la misma, se acompaña como parte integrante de la descripción, un juego de dibujos en el que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La Figura 1 muestra una sección frontal de una célula de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es un cuadro de relaciones dimensionales de la célula estructural.

La figura 3 es una perspectiva de la célula estructural en su variante de almas sin almenas.

La figura 4 es una perspectiva de la célula estructural donde dos de los extremos de las almas están provistos de almenas.

La figura 5 es una perspectiva de una estructura que contiene una serie de células estructurales de acuerdo con la invención.

La figura 6 ilustra un lote de tableros.

La figura 7 ilustra el aserrado de los tableros y la dirección de aserrado.

La figura 8 ilustra unas dimensiones posibles de los tableros.

La figura 9 ilustra la forma de diente de sierra, "finger-point", de uno de los extremos a unir de un cordón.

5 La figura 10 ilustra la unión en forma de diente de sierra, "finger-point", de dos listones consecutivos formando un cordón de una célula estructural de acuerdo con la invención.

La figura 11 ilustra un sistema modular, ETC Box de acuerdo con la invención.

La figura 12 ilustra un sistema modular diferente al de la figura 11, denominado ETC Frame.

10 La figura 13 ilustra la dirección de prensado de una pila de células estructurales de acuerdo con la invención con el fin de construir un sistema modular.

La figura 14 ilustra diferentes tipos de madera que pueden ser utilizados en la fabricación de los cordones.

La figura 15 ilustra diferentes grados de dureza de diferentes tipos de madera.

15 La figura 16 es una gráfica de los esfuerzos axiales que aparecen en diferentes puntos de una célula de la invención.

La figura 17 es una gráfica que ilustra la relación entre el MOE y el MOEdin de un número determinado de tableros.

La figura 18 es una gráfica de un aparato de medición de velocidad de propagación de una onda mecánica en un tablero y de su posicionamiento con respecto a un tablero.

20 La figura 19 es una ilustración de un sistema modular especialmente resistente al fuego de acuerdo con la invención.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES DE LA INVENCION

25 Como se ilustra en las figuras 1,2 y 3 la célula estructural de la invención qué, dependiendo de su longitud (por ejemplo, en figuras 2 y 3), puede ser empleada como soporte estructural a modo de viga, se compone de un primer cordón (2), de un segundo cordón (3) y de una o dos almas, las figuras 1,2,3 ilustran dos almas, pero la célula de la invención puede disponer de un solo alma. Este es el caso de células en forma de C ilustradas en la parte derecha de la figura 11.

30 El primer cordón (2) muestra un primer lado (4) situado en un primer extremo que tiene una altura, htc11 y un segundo lado (5) en su extremo opuesto que tiene una altura htc12, un tercer lado (6), en su extremo superior en las figuras, con un ancho br11 y un cuarto lado (7), en su extremo inferior según las figuras, con un ancho br12. De manera análoga el segundo cordón tiene un primer lado (8), situado en un primer extremo que tiene una altura htt21 y un
35 segundo (9) lado situado en su extremo opuesto que tiene una altura htt22, un tercer lado (10), en su extremo superior según las figuras, con un ancho br21 y un cuarto lado, en su

extremo inferior según las figuras, opuesto al tercer lado y con un ancho br_{22} . La célula puede contener uno o dos almas (11,13). El primer alma (11,13) tiene una altura h_1 y una anchura bw_1 y está en contacto con los primeros lados (4,8) del primer cordón (2) y segundo cordón (3). En caso de que la célula disponga de un segundo alma (11,13) esté alma tiene una altura h_2 y una anchura bw_2 y está en contacto con los segundos lados (5, 9) del primer cordón (2) y segundo cordón (3), situados en el extremo opuesto de los cordones (2,3) al extremo donde está en contacto el primer alma (11). En ambos casos cada una de las almas (11,13) está colocada en disposición paralela a los cordones como se ilustra en la figura 1.

Debido a la unión de o de las almas con los extremos de los cordones los cordones quedan mecánicamente unidos entre sí. Es posible colocar un adhesivo en el primer y segundo extremo de los cordones antes de que el o las almas contacten con dichos cordones de manera que la unión mecánica entre los cordones y las almas sea mecánicamente más resistente en particular más resistente al desplazamiento longitudinal cordón-alma.

Así como los cordones dotan a la célula de la resistencia mecánica deseada en cuanto a resistencia a tracción, compresión y al esfuerzo cortante, las almas utilizadas dotan a la célula de la flexibilidad necesaria. Las almas (11,13) tienen un espesor bw_1 , bw_2 , que en el caso más habitual serán iguales y una densidad entre los 1000kg/m^3 y 1300kg/m^3 . Como se muestra en la figura 1 la disposición descrita anteriormente tiene como consecuencia la formación de una cavidad interior (12) delimitada por el espacio situado entre los cordones (2,3) y el primer alma (11) o entre los cordones (2,3) el primer alma (11) y el segundo alma (13) en caso de que la célula disponga de dos almas. El grosor de las almas (11, 13) será inferior a 8mm para asegurar la flexibilidad de la célula, preferentemente menor de 7 mm y más preferentemente menor de 6,5 mm. En ciertos tipos de almas utilizados de manera habitual el grosor de las almas estará comprendido entre 6,3 y 6,4 mm.

Las dimensiones de los diferentes elementos empleados de manera habitual en las células vienen señaladas en la figura 2. Esta tabla refleja dimensiones para el caso habitual en el que la célula consta de dos almas de igual altura h , igual anchura bw y en que las alturas de los laterales correspondientes a ambos extremos de ambos cordones sean iguales.

Es posible colocar un adhesivo en el primer y segundo lado (4,5,8,9) de los cordones (2,3) con el objeto de aumentar la resistencia al deslizamiento del primer alma (11) o del primer alma (11) y segundo alma (13) con respecto a los cordones (2,3).

Debido a sus dimensiones las células de la presente invención son especialmente ligeras llegando a pesar hasta el 20% de lo que pesaría una célula maciza que ocupase el mismo volumen.

Como anteriormente expuesto las alturas de los cantos htc_1 , htc_2 , del primer cordón no tienen que ser iguales a las alturas de los cantos del segundo cordón htt_1 , htt_2 . Esto es

especialmente ventajoso en el caso de uno de los cordones estuviese dispuesto cercano a una zona de fuego potencial. En este caso el cordón más cercano a dicho fuego potencial podría ser dimensionado con una altura mayor de manera que tardase más a ser consumido por el fuego. La célula contribuiría a aumentar al tiempo disponible de evacuación de la construcción donde estuviese ubicado antes de colapsar.

La figura 3 ilustra un modo de realización en que las almas (11,13) tienen una estructura rectangular y están adheridas a los lados (4,5,8,9) situados en los extremos de los cordones por medio de un adhesivo.

La figura 4 muestra un modo de realización en que los extremos longitudinales (20,21) de por lo menos una de las almas (11,13) tiene forma de almena (23). En este modo de realización el primer lado (4) del primer cordón (2) y el primer lado (8) del segundo cordón (3) comprenden unas protuberancias (22) complementarias a la forma de almena (23) de los extremos longitudinales de las almas (11,13). El tamaño de cada uno de estos dientes de las almenas corresponde a las siguientes dimensiones: una altura similar al canto del cordón en el que se produce la conexión y una anchura de diente mayor al canto del diente y menor que dos veces el canto del diente.

La figura 5 muestra un modo de realización en el que una pluralidad de células (1) son colocadas de manera paralela con el fin de soportar un forjado que se coloca encima suyo. Los tableros de los cuales posteriormente se obtendrán las almas (11,13) se fabrican sobre la base de restos de madera triturados. Este proceso de fabricación comprende la etapa de disolver en agua las fibras de madera provenientes de dichos restos hasta conseguir fibras de madera que están disueltas en agua lo cual favorece la disposición de las fibras en una dirección preferencial lo cual confiere a los tableros la propiedad de ser anisótropos, ofreciendo menor resistencia al corte en una dirección preferencial.

La figura 6 ilustra un lote (45) de tableros (28). La figura 7 ilustra el aserrado de los tableros (28) y la dirección de aserrado. La figura 8 ilustra unas dimensiones posibles de los tableros (28).

Con el objeto de conseguir células de la longitud deseada es posible unir el segundo extremo de un cordón (2, 3) con el primer extremo del siguiente. La unión, el empalme, de dichos cordones se consigue mediante una unión dentada del tipo "finger-joint" que en el que los dientes de sierra del final de un cordón se entrelazan con los dientes de sierra del principio del cordón subsiguiente posteriormente a que un adhesivo haya sido añadido entre los dientes que quedan finalmente entrelazados. Como comentado anteriormente es posible la realización de dicha unión "finger-joint" sin utilización de adhesivo. Esta unión está ilustrada en las figuras 9 y 10. Estas figuras ilustran también que la distancia mínima entre la parte de diente de sierra más cercana a un nudo que pudiese haber en el cordón y el nudo mismo tiene

que ser mayor o igual a tres veces el diámetro del nudo, entendiendo por diámetro del nudo en nudos que no tengan forma circular la distancia máxima entre dos puntos situados en el perímetro del nudo.

De acuerdo con lo ilustrado en la figura 11, véase parte derecha, las células (41) que contienen sólo un alma en lados correspondientes de ambos cordones tienen una forma en C. Como se puede apreciar en esta figura, la juxtaposición de una célula en forma de C (41) con la siguiente célula en forma de C (41) de manera que los lados libres (39) de los cordones (2,3), opuestos aquellos en conexión con el primer alma (11) de la primera célula en forma de C (41), y el primer alma (11) de la siguiente célula en forma de C (37) estén conectados mecánicamente, siendo esta operación repetida el número deseado de veces da lugar a un sistema modular. La unión de cada una de las células en forma de C (41) con la célula subsiguiente viene reforzada por la utilización de adhesivos entre dichos extremos libres de los cordones de la primera célula en forma de C (41) y las primeras almas (11) de la siguiente célula en forma de C (37). De esta forma se pueden conseguir módulos o sistemas modulares (36). Estos adhesivos son preferentemente adhesivos estructurales.

Como se puede observar en la figura 11 la anchura de estos sistemas modulares (36) es la distancia entre los extremos libres del sistema modular (36) medidos en una dirección perpendicular a la longitudinal que es aquella en la cual están dispuestos los cordones (2, 3). Aunque es posible fabricar módulos con la anchura deseada esta anchura está comprendida de manera preferencial entre 600 y 1200 mm.

Otros procesos de fabricación son posibles en los cuales la secuencia de colocación de almas y cordones sea la más eficiente siempre teniendo en cuenta que la disposición final de cada una de las almas y cordones es la misma que la resultante del proceso antes señalado.

Como se ilustra en la figura 13 estos módulos que pueden ser contruidos en posición horizontal son colocados posteriormente en posición vertical. Por medio de una prensa se ejerce una presión en dicha dirección vertical con el fin de contribuir a que el adhesivo colocado consiga que las células en forma de C (41) del sistema modular queden unidas con una mayor resistencia. Esta operación está ilustrada en la figura 13 señalando las flechas de esta figura la dirección preferencial de la presión ejercida por la prensa.

Como queda ilustrado en la figura 12, partiendo de la base de células (1) que contienen dos almas (11, 13) y dos cordones (2,3), es posible la fabricación de otro sistema modular en el cual un número determinado de células (1) son dispuestas de manera paralela, separadas entre sí, estando comprendida de manera preferente la distancia entre ejes entre 400 y 600 mm y unidas por medio de dos tableros suplementarios (42,43) uno que une entre sí los lados terceros de las células (1) y otro que une entre sí los lados cuartos de las células (1). Los

alojamientos (44) resultantes entre cada par de células (1) y los tableros suplementarios (42, 43) que las unen pueden ser rellenas por un aislamiento térmico o un aislamiento acústico.

Es posible de la misma de manera análoga, como en cualquiera de las células (1, 41) o sistemas modulares anteriormente descritos, colocar dicho aislamientos térmicos o acústicos en las cavidades (12) de cada célula (1, 41).

La colocación de aislamientos es ventajosa porque evita que, al realizar una construcción, por ejemplo, en la construcción de un edificio, sea necesario el montaje de estructuras complementarias cuyo principal objetivo sea el aislamiento térmico o acústico. En el caso de dichas estructuras sean necesarias para conseguir el nivel de aislamiento necesario siempre serán de dimensiones más reducidas lo cual facilitaría el montaje y reduciría el volumen de la parte construida de la edificación.

Es posible el uso de diferentes materiales como aislamiento térmico o acústico pero, en aras a una construcción con materiales ecológicos reciclables como la madera, se eligen como material de manera preferencial fibra de madera, corcho o celulosa.

Como se ilustra en la figura 14, es posible elegir diferentes tipos de madera para construir los listones. Maderas que han sido especialmente ventajosas en la construcción de células y sistemas modulares son el *Pinus pinaster* (100), *Pinus radiata* (101), *Castanea sativa* (102) y *Eucalyptus globulus* (103).

Con el fin de verificar las propiedades mecánicas y dimensionar las células y sistemas modulares de manera ventajosa diferentes tipos de ensayos mecánicos han sido realizados. Entre estos ensayos se encuentran ensayos de resistencia a tracción y compresión tanto de los cordones como de las células resultantes. Entre estos tipos de ensayos se encuentran también ensayos destinados a hallar la resistencia a flexión de las almas y la resistencia al esfuerzo cortante en cada uno de los cordones. La figura 15 ilustra diferentes grados de dureza de diferentes tipos de madera.

La figura 16 ilustra valores de tensiones máximas y mínimas resultantes cuando se somete a una célula estructural a un ensayo de flexión.

Aunque como señalado anteriormente han sido realizados diferentes tipos de ensayos, los ensayos no son el objeto de la presente invención.

Cabe destacar en cualquiera de los casos que en uso uno de los cordones (2,3) tiende a trabajar a compresión cuando el otro (2,3) trabaja a tracción.

Es por ello que el uso de diferentes tipos de madera para cada uno de los cordones de una célula, más resistente al tipo de esfuerzo mecánico al que vaya a ser sometido, es especialmente ventajoso.

Otra manera de diseñar los cordones de la célula, y con ello la célula estructural para hacer frente a los diferentes tipos de esfuerzo es utilizar un cordón (2,3) de mayor altura que

el otro de manera que uno de los cordones presente mayor superficie normal que el otro.

Otro aspecto ventajoso de las células estructurales de la presente invención es la relación entre sus dimensiones. El hecho de que la anchura del o las almas sea relativamente pequeña con respecto a aquella de los cordones hace posible la ventajosa flexibilidad lateral de las células si las comparamos a otras construcciones similares del estado del arte.

Dado que las propiedades de las almas tienen gran repercusión en las propiedades finales de las células estructurales el control de calidad de los tableros con los cuales se fabrican dichas almas es especialmente importante.

Con el objeto de poder asegurar las propiedades y uniformidad de las propiedades de los tableros sin tener por ello que emplear un método costoso o destructivo, de manera alternativa a otros métodos tradicionales es posible utilizar un método de control de calidad basado en la relación entre el módulo de elasticidad estático MOE y el módulo de elasticidad dinámico MOEdin de los tableros.

Para poder hallar esta relación se realiza para cada uno de una serie de tableros un cálculo del módulo de elasticidad dinámico de cada tablero. Para ello por medio del equipo adecuado, véase un ejemplo de dichos equipos en la figura 18, se calcula la velocidad de propagación de una onda mecánica en el tablero. A partir de esta velocidad y tomando como parámetro también la densidad del tablero obtenemos el módulo de elasticidad dinámico MOEdin del mismo. Este ensayo es un ensayo no destructivo. Los mismos tableros se ensayan en laboratorio con el fin de conocer sus propiedades mecánicas, entre ellas su módulo de elasticidad estático MOE.

Con los valores obtenidos del módulo de elasticidad dinámico MOEdin y del módulo de elasticidad estático MOE de cada tablero se realiza una gráfica (46) del tipo mostrado en la figura 17. Como puede verse en esta gráfica (46) el tipo de relación entre ambos módulos para los tableros utilizados para construir las almas de la invención es lineal. Con el objeto de asegurarse de que la dispersión de los datos es pequeña y evitar que resultados anómalos pudiesen desvirtuar el cálculo de la relación se realiza una regresión y se admite la gráfica obtenida sólo cuando los valores de R^2 son mayores 0,85, preferentemente mayores de 0,9 y de manera óptima mayores que 0,95.

Una vez obtenida la gráfica para un determinado grupo de tableros es posible realizar un control de calidad de un lote de ellos de manera fácil sin tener por ello que realizar ensayos destructivos.

Para ello dado un lote de tableros se elige una muestra representativa de ellos.

Se calcula por medio de la introducción de una onda mecánica que se introduce desde un primer punto situado en un borde del tablero y se recibe en otro punto del borde del tablero,

siendo la distancia entre estos dos puntos conocida, la velocidad de transmisión de la onda. Una forma especialmente efectiva para realizar esta medición es impactar por medio de un transductor en el borde de un tablero al tiempo que se inicia la cuenta de un reloj. Esta cuenta acaba cuando un segundo transductor colocado a una distancia conocida del punto de
 5 impacto recibe la onda. El cociente entre la distancia y el tiempo entre el impacto y la recepción de la onda es la velocidad de transmisión. En el caso de los tableros de la presente invención que son normalmente anisótropos se mide preferentemente la velocidad de transmisión en la dirección longitudinal que será normalmente la dirección de corte y la dirección de alineación preferente de las fibras de las que está constituido el tablero. En algunos casos una medición
 10 adicional de la velocidad de transmisión de la onda en la dirección perpendicular a esta primera dirección es de interés. Hay que señalar que independientemente de la velocidad de transmisión para calcular el MOE_{din} es necesario conocer la densidad del tablero

Es de señalar también que diferentes métodos de medición de la velocidad de transmisión de una onda mecánica en la madera son conocidos en el estado de la técnica.
 15 Dichos métodos no son el objeto de la presente invención.

Introduciendo en la relación MOE_{din}, MOE, ver figura 17, anteriormente hallada para dicho tipo de tableros se obtiene el MOE de cada uno de ellos sin necesidad de tener que realizar ningún ensayo destructivo.

Para cada tablero se verifica si el MOE está dentro de un determinado rango de
 20 manera que se puede saber si el porcentaje de tableros conformes, es decir el número de tableros conformes con respecto al número de tableros es lo suficientemente grande para poder admitir el lote. Este porcentaje depende del porcentaje de células no conformes que entre dentro de lo que dentro de nuestro sistema de calidad podamos aceptar como admisible. La elección de dichos porcentajes es una técnica conocida en el estado del arte y no forma
 25 parte de la presente invención.

Otro aspecto de especial relevancia es la resistencia al fuego de la célula y sistemas modulares de la invención.

Un sistema modular particularmente ventajoso en cuanto su resistencia al fuego es el ilustrado en la figura 19.

30 El sistema está formado de una célula compuesta de dos cordones (2, 3) y dos almas (11, 13) situadas (11, 13) de manera contigua a una célula estructural en forma de C (41) formada por dos cordones (2,3) y un alma (11) que está dispuesta en laterales correspondientes de los cordones.

Los laterales de los cordones (2, 3) de la célula estructural en C (41) que no están en
 35 contacto con el alma (11) de dicha célula en C (41) son unidos mediante un adhesivo a una de las almas (11, 13) de la célula (1) de manera que el sistema modular final está dispuesto

de acuerdo con una sucesión alma cordón alma cordón alma ilustrada en la figura 19.

Como ilustrado en la figura 19 este sistema modular contiene una primera cavidad situada entre los cordones de lo que originariamente es la célula con dos almas y una segunda cavidad situada entre los cordones de lo que originariamente es la célula en forma de C. En la figura 19 la primera y la segunda cavidad están designadas con un rayado diagonal.

Los segundos cordones (3) de este sistema modular que son susceptibles de estar colocados más cercanos a un posible fuego tienen una altura h_{tt} que es mayor que la altura h_{tc} de los primeros cordones (2).

La primera y segunda cavidad están preferencialmente rellenas de aislamiento de lana de roca de una densidad mínima de 120kg/m³.

En caso de fuego o de temperaturas que puedan hacer peligrar las características mecánicas del sistema modular son los segundos cordones (3) de las células estructurales que unidas forman el sistema modular los primeros en empezar a consumirse. Los segundos cordones (3) con una altura h_{tt} mayor que la altura h_{tc} de los primeros cordones, y que han sido dispuestos para estar más próximos al fuego necesitan un tiempo extra para consumirse de manera que durante un tiempo sustancialmente mayor al de un sistema convencional el alma central (13), los primeros cordones (2) situados más lejanos al fuego y parte de los segundos cordones (3) (numeración consistente con la figura 1) situados más cercanos al fuego conservan sus propiedades mecánicas de manera que contribuyen a la resistencia contra el fuego de una estructura mayor, por ejemplo una edificación, de la que puedan formar parte. Es de señalar que en caso de fuego las primeras en carbonizarse son las almas situadas en los laterales externos de la estructura. La forma en que el sistema modular se consume en caso de estar sometido a fuego está ilustrada en el dibujo derecho de la figura 19 donde la zona que primero se consume en caso de fuego es la zona punteada, permitiendo que la parte central del sistema modular conserve parte de las propiedades mecánicas del sistema modular en su forma original.

El hecho de que la primera y segunda cavidad estén rellenas de lana de roca aumenta la resistencia a fuego exigible de este sistema modular.

El hecho de que este sistema modular tarde más en consumirse que un sistema tradicional contribuye a que en caso de fuego, por ejemplo, en un edificio, las personas que se encuentran dentro de él puedan desalojarlo antes de que la estructura del edificio colapse. Un posible modo de realización de este sistema conseguiría con un ancho de 140mm una resistencia al fuego R30.

En este texto, las palabras primer, segundo, tercer, etc. han sido usadas para describir distintos dispositivos o elementos; se debe considerar que los dispositivos o elementos no están limitados por estas palabras pues dichas palabras solo se han usado para distinguir un

dispositivo o elemento de otro. Por ejemplo, el primer dispositivo podría haber sido nombrado segundo dispositivo, y el segundo dispositivo podría haber sido nombrado primer dispositivo sin salirse del alcance de la presente divulgación.

5 En este texto, la palabra “comprende” y sus variantes (como “comprendiendo”, etc.) no deben interpretarse de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, pasos etc.

10 Por otra parte, la invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito sino abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto medio en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Célula estructural (1) que comprende

un primer cordón (2) de madera que tiene un primer lado (4) situado en un primer extremo que tiene una altura, htc_{11} y un segundo lado (5) en su extremo opuesto que tiene una altura htc_{12} , un tercer lado con un ancho br_{11} y un cuarto lado opuesto al tercer lado con un ancho br_{12}

un segundo cordón (3) de madera que tiene un primer lado (8), situado en un primer extremo que tiene una altura htt_{21} y un segundo lado (9) situado en su extremo opuesto que tiene una altura htt_{22} , un tercer lado con un ancho br_{21} y un cuarto lado opuesto al tercer lado con un ancho br_{22}

un primer alma (11) de altura h_1 y anchura bw_1 , que está en contacto con el primer lado (4) del primer cordón (2) y con el primer lado (8) del segundo cordón (3) de manera que el primer cordón (2) y el segundo cordón (3) quedan unidos mecánicamente a través de por lo menos dicho primer alma (11) y definen una cavidad interior (12) delimitada por el espacio situado entre los cordones (2,3) y el primer alma (11),

un segundo alma (13) de altura h_2 y anchura bw_2 en contacto con el segundo lado (5) del primer cordón (2) y con el segundo lado (9) del segundo cordón (3), estando la célula (1) caracterizada en que el primer alma (11) y el segundo alma (13) son unos tableros de fibras de madera con una densidad media superior a 1000 kg/m^3 e inferior a 1300 kg/m^3 y en que el primer alma (11) y el segundo alma (13) tienen un espesor menor de 8 mm.

2. Célula estructural de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada en que alguna de las relaciones $br_{11}+bw_1+bw_2/h_1$, $br_{12}+bw_1+bw_2/h_1$, $br_{21}+bw_1+bw_2/h_1$, $br_{22}+bw_1+bw_2/h_1$ está comprendida entre 70/240 y 160/140.

3. Célula estructural de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada en que por lo menos una de las relaciones $br_{11}+bw_1+bw_2/h_2$, $br_{12}+bw_1+bw_2/h_2$, $br_{21}+bw_1+bw_2/h_2$, $br_{22}+bw_1+bw_2/h_2$ está comprendida entre 70/240 y 160/140.

4. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada porque alguna de las relaciones br_{11}/htc_{11} , br_{12}/htc_{12} , br_{21}/htt_{21} , br_{22}/htt_{22} está comprendida entre 57/50 y 147/30.

5. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el peso de la célula es menor del 20% del peso de una célula maciza construida con el mismo material que uno de los cordones (2,3) de la célula.
- 5 6. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada en que una de las dos alturas (htc11, htc12) del primer cordón (2) es diferente a una de las dos alturas (htt21, htt22) del segundo cordón (3).
7. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores
10 caracterizada en que las alturas htt21, htt22 del segundo cordón (3) son mayores a las alturas htc11, htc12 del primer cordón (2).
8. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores
15 caracterizada en que al menos una parte de los extremos longitudinales (20,21) del primer alma (11) tiene una forma de almena (23) y porque el primer lado (4) del primer cordón (2) y el primer lado (8) del segundo cordón (3) comprenden unas protuberancias (22) complementarias con la forma de almena (23) del primer alma (11).
- 20 9. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7 caracterizada porque por lo menos una de las almas (11,13) se une mecánicamente al primer cordón (2) y al segundo cordón (3) por medio de un adhesivo.
- 25 10. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada porque el primer alma (11) y el segundo alma (13) están fabricadas en base a restos de madera y porque las fibras que forman parte de las almas (11,13) quedan adheridas entre sí por medio de la propia lignina de la madera sin necesidad de añadir compuestos adhesivos suplementarios.
- 30 11. Célula estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada en que los tableros que constituyen el primer alma (11) y el segundo alma (13) son anisótropos.
- 35 12. Sistema modular (36) caracterizado porque comprende una pluralidad de células estructurales en forma de C (41) que comprenden un primer alma (11), un primer cordón (2) y un segundo cordón (3) y porque estas células en forma C están adosadas

unas a otras de forma que en el lado de la célula estructural en forma C donde no está dispuesto el alma (11), se coloca el alma (11) de la siguiente célula estructural en forma de C (37).

- 5 13. Sistema modular de acuerdo con la reivindicación 12 caracterizado en que entre los lados libres (39,40) de los cordones de una célula estructural en forma de C y el primer alma (11) de la célula estructural siguiente se coloca un adhesivo con el objeto de unir mecánicamente una célula con la célula siguiente.
- 10 14. Sistema modular (36) de acuerdo con las reivindicaciones 12,13 caracterizado en que la anchura del sistema modular está comprendida preferentemente entre 600 y 1200 mm, siendo la anchura la distancia entre los extremos libres del sistema modular en una dirección perpendicular a aquella en la que están dispuestos los cordones (2, 3).
- 15 15. Sistema modular (40) que comprende células (1) con por lo menos un primer alma (11) y un segundo alma (13) y un primer cordón (2) y un segundo cordón (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-14 caracterizado porque el sistema modular está formado por células estructurales (1) colocadas de manera paralela y separadas entre sí, de modo que dichas células estructurales quedan unidas por medio de dos
20 tableros suplementarios (42,43) que unen entre sí los lados terceros de las células estructurales y que unen entre sí los lados cuartos de las células estructurales.
- 25 16. Sistema modular de acuerdo con la reivindicación 15 caracterizado en que entre cada par de células (1) estructurales y los tableros suplementarios (42,43) se definen alojamientos (44) que se rellenan con un aislamiento térmico o un aislamiento acústico.
- 30 17. Sistema modular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado en que en la cavidad interior (12) situada entre los cordones (2,3) y almas (11,13) de cada una de las células estructurales (1, 41) que forma el sistema modular se coloca un aislamiento térmico o un aislamiento acústico.
- 35 18. Célula estructural o sistema modular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado en que los dos cordones (2,3) de cada célula (1,41) están hechos de distinta madera y en que uno de los dos cordones (2,3) es más resistente a compresión y el otro más resistente a tracción

19. Sistema modular de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 12, que comprende una célula estructural (1) de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende una primera alma (11) y un segundo alma (13) y una célula en forma de C (41) de acuerdo con la reivindicación 12 que comprende un alma (11) y que tiene forma de C de manera que la primera célula (1) está situada contigua a la segunda célula en forma de C (41) de modo que un lateral de cada uno de los cordones (2, 3) de la célula en forma de C (41) esté unido mecánicamente a una de las almas (13) de la célula estructural (1) caracterizado en que los segundos cordones (3) susceptibles de ser colocados en la zona más próxima a un posible fuego, de cada una de las células estructurales (1, 41) tienen una altura h_{tt} mayor que la altura h_{tc} del primer cordón(2) de cada una de las células (1, 41).
20. Sistema modular de acuerdo con la reivindicación 19 caracterizado en que la primera cavidad de la primera célula y la segunda cavidad de la segunda célula están rellenas de lana de roca .
21. Sistema modular de acuerdo con la reivindicación 20 caracterizado porque la lana de roca tiene una densidad mayor de 120 kg/m³
22. Célula estructural o sistema modular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado en que la altura h de los cordones (2, 3) está comprendida entre 35 y 50 mm.
23. Célula estructural o sistema modular de acuerdo con la reivindicación 22 caracterizado en que la altura h de los cordones (2, 3) está comprendida entre 35 y 45 mm.
24. Célula estructural o sistema modular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado en que la resistencia a la tracción/compresión de cada una de las almas es igual o superior a 20 N/mm².

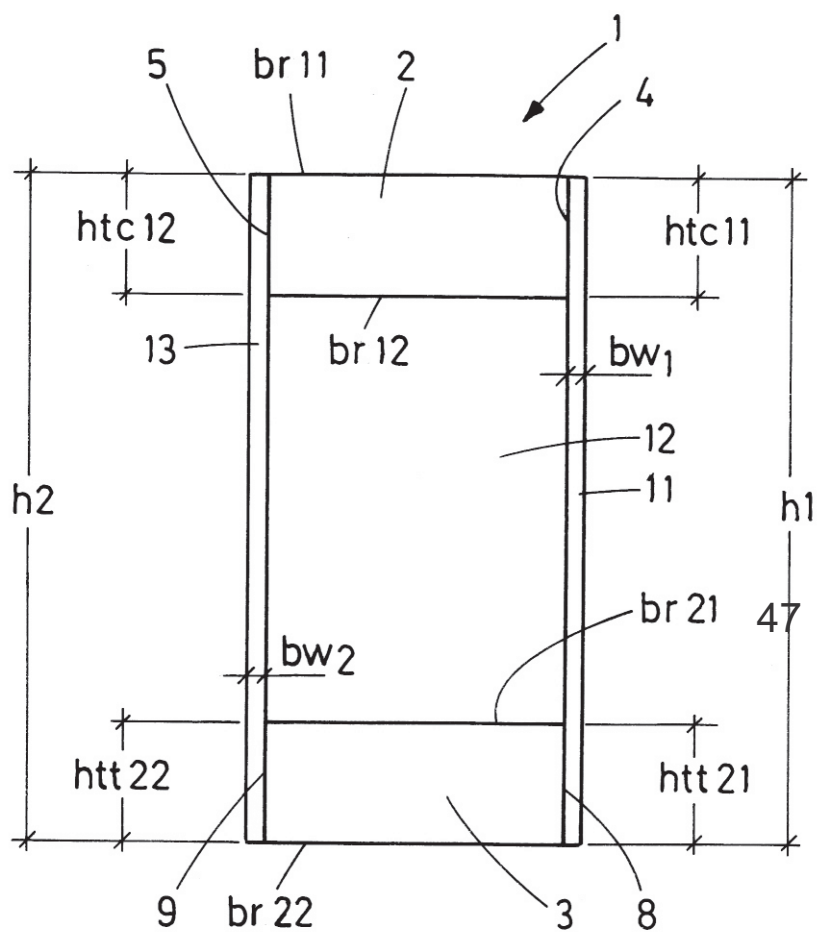


FIG. 1

Dimensiones	Total		Cordones		Alma
	Ancho [B] [mm]	Canto [H] [mm]	Ancho [b _f] [mm]	Canto [h _f] [mm]	Ancho [b _w] [mm]
ETC	70 - 160	140 - 240*	57 - 147	30 - 50	6.4
* Límite de fabricación actual. Objetivo alcanzar 400mm					
Tolerancias	Total		Cordones		Alma
	Ancho [B] ± 2 mm	Canto [H] ± 1 mm	Ancho [b _f] ± 1 mm	Canto [h _f] ± 1 mm	Ancho [b _w] ± 1 mm

FIG. 2

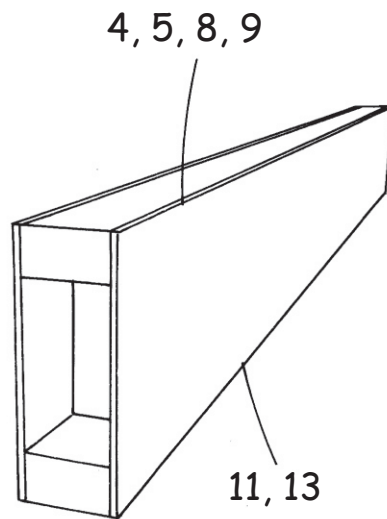


FIG. 3

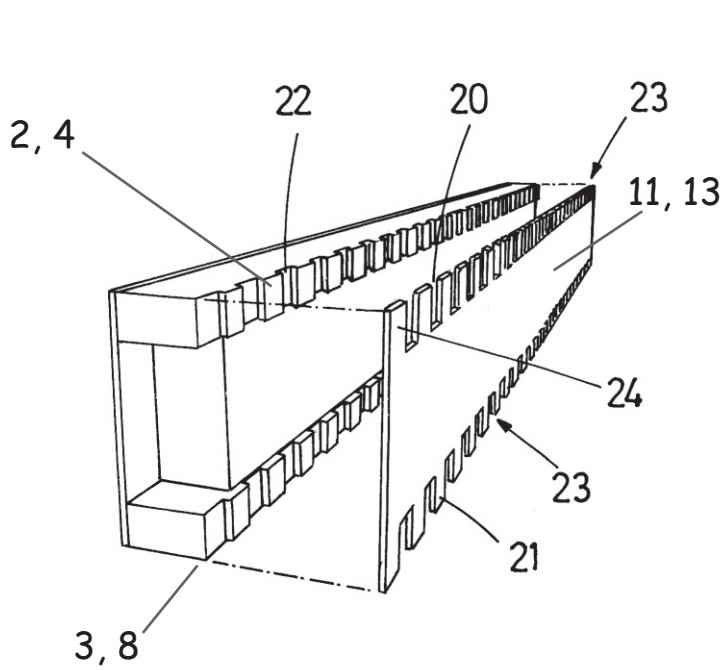


FIG. 4

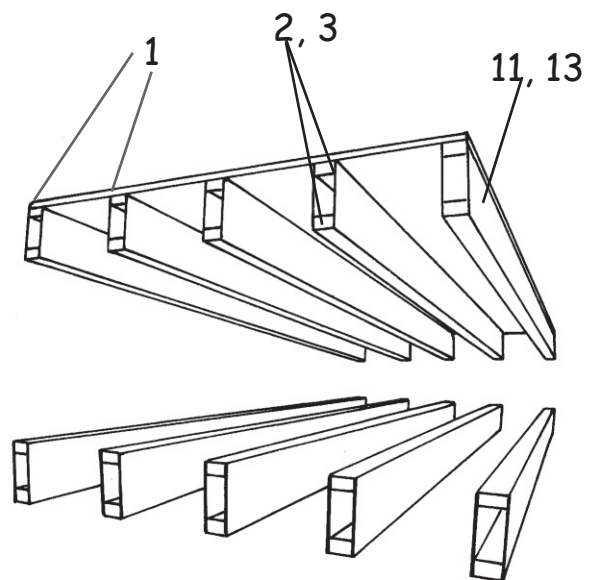


FIG. 5

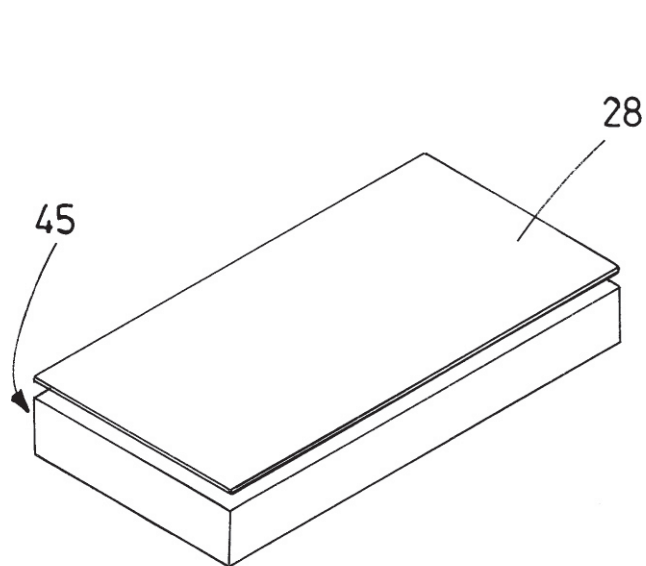


FIG. 6

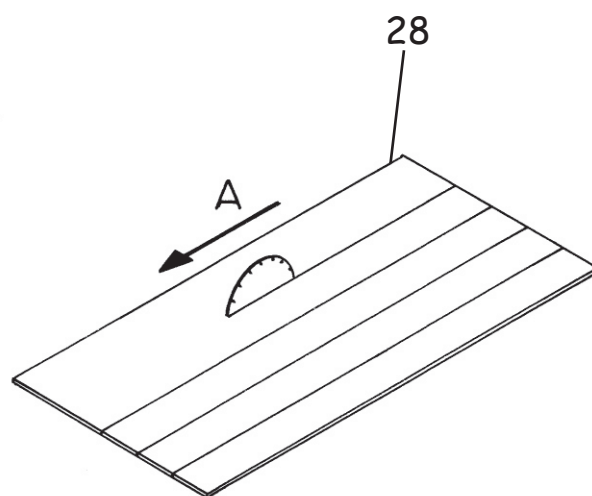


FIG. 7

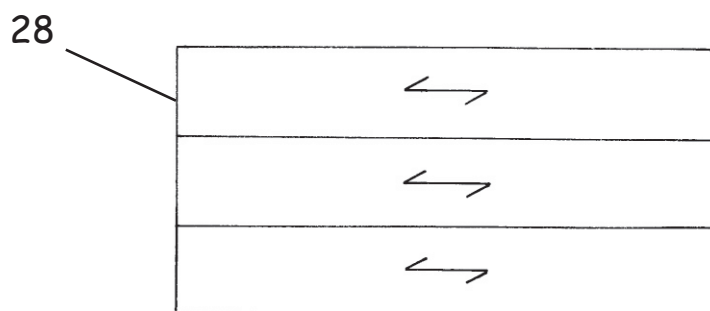


FIG. 8

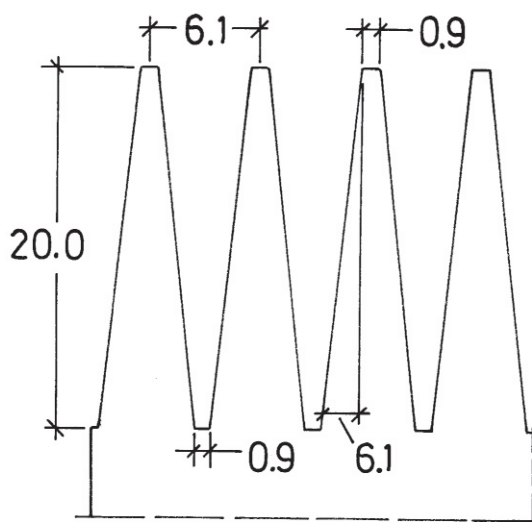


FIG. 9

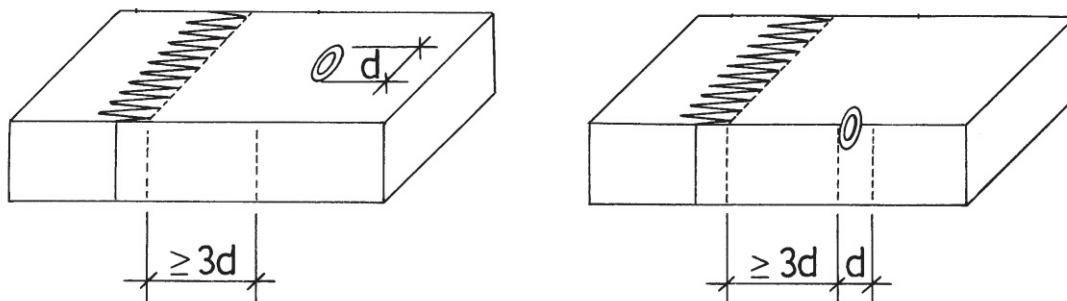


FIG. 10

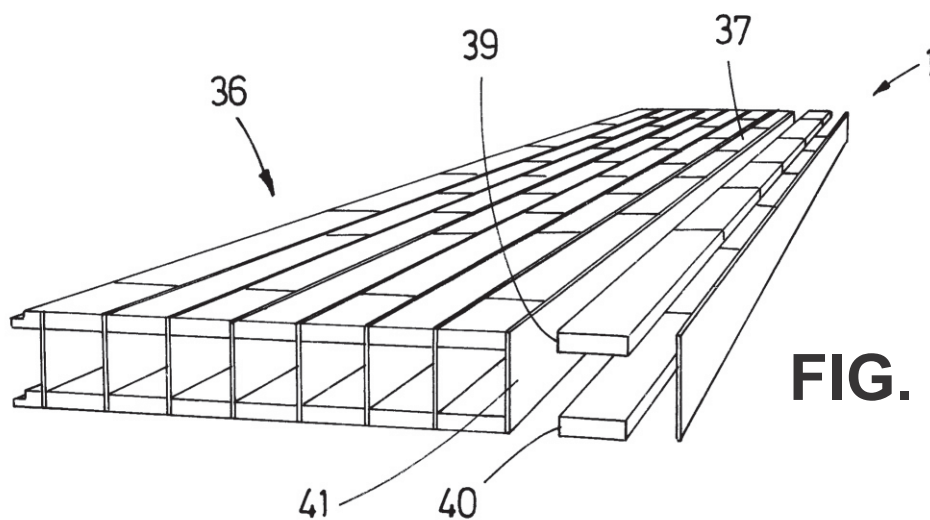


FIG. 11

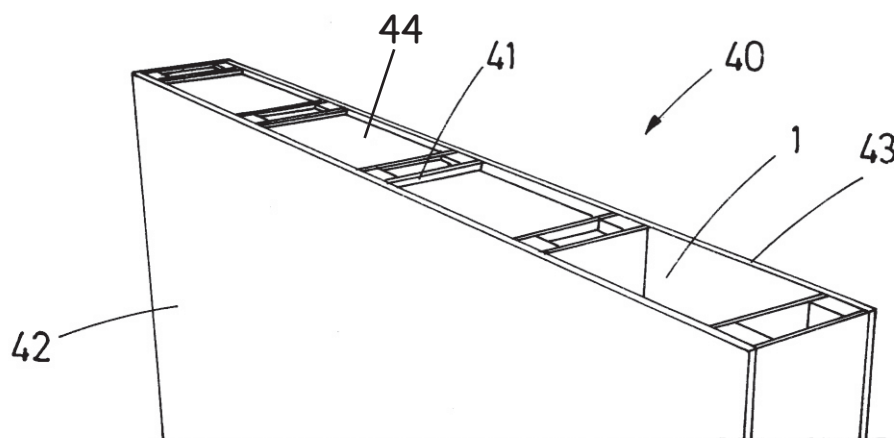


FIG. 12

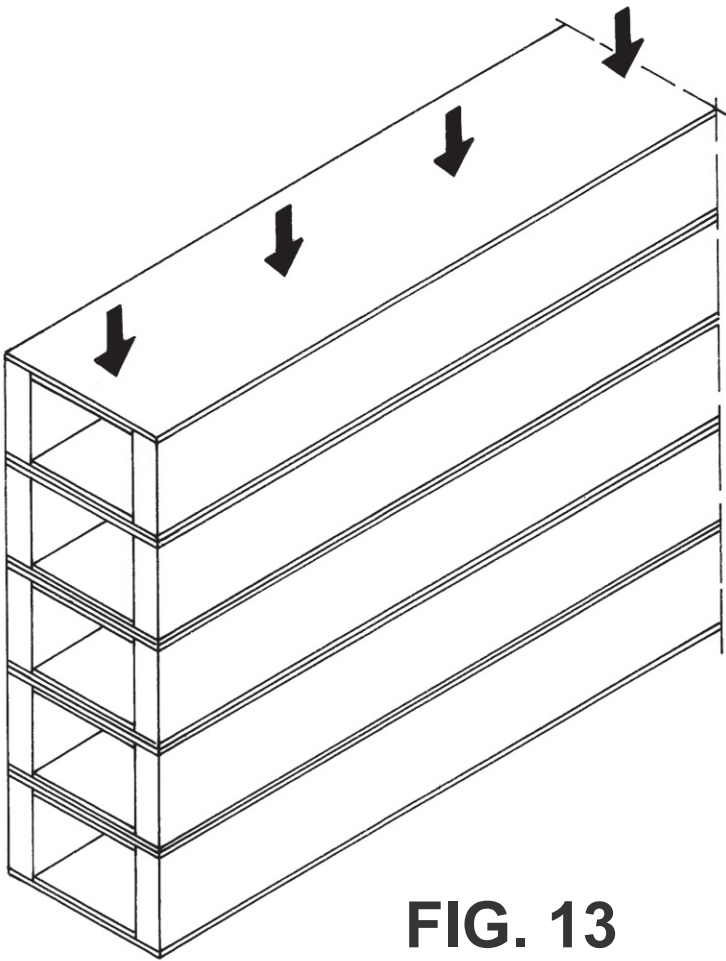


FIG. 13

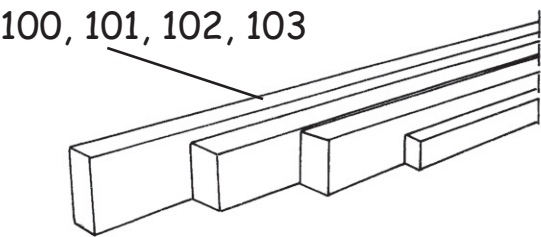


FIG. 14

Familia de especies	Clases resistentes
Coníferas, chopo y castaño	C14 C16 C18 C20 C22 C24 C27 C30 C35 C40 C45 y C50
Frondosas	D18 D24 D27 D30 D35 D40 D45 D50 D55 D60 D65 D70 D75 y D80

FIG. 15

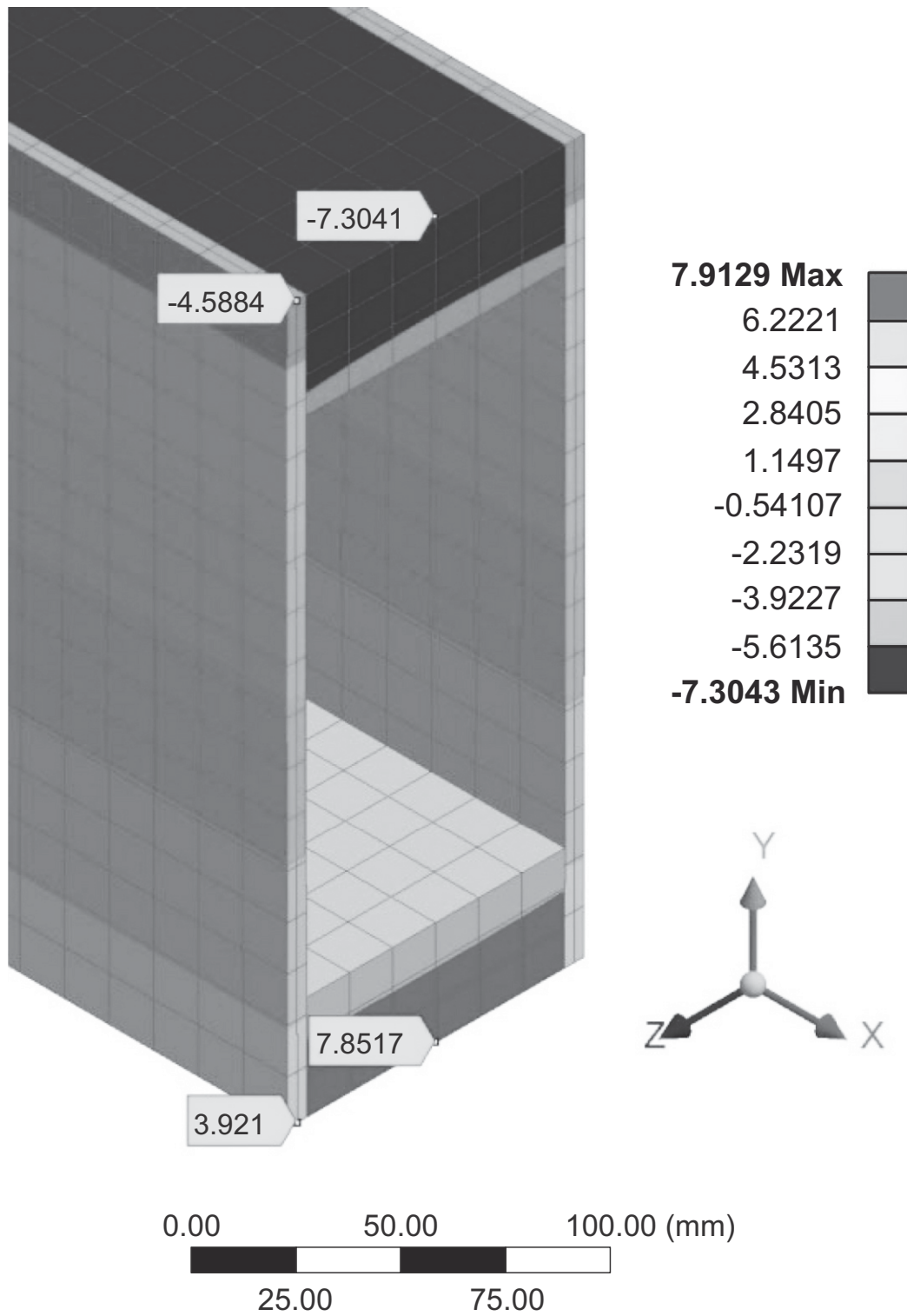


FIG. 16

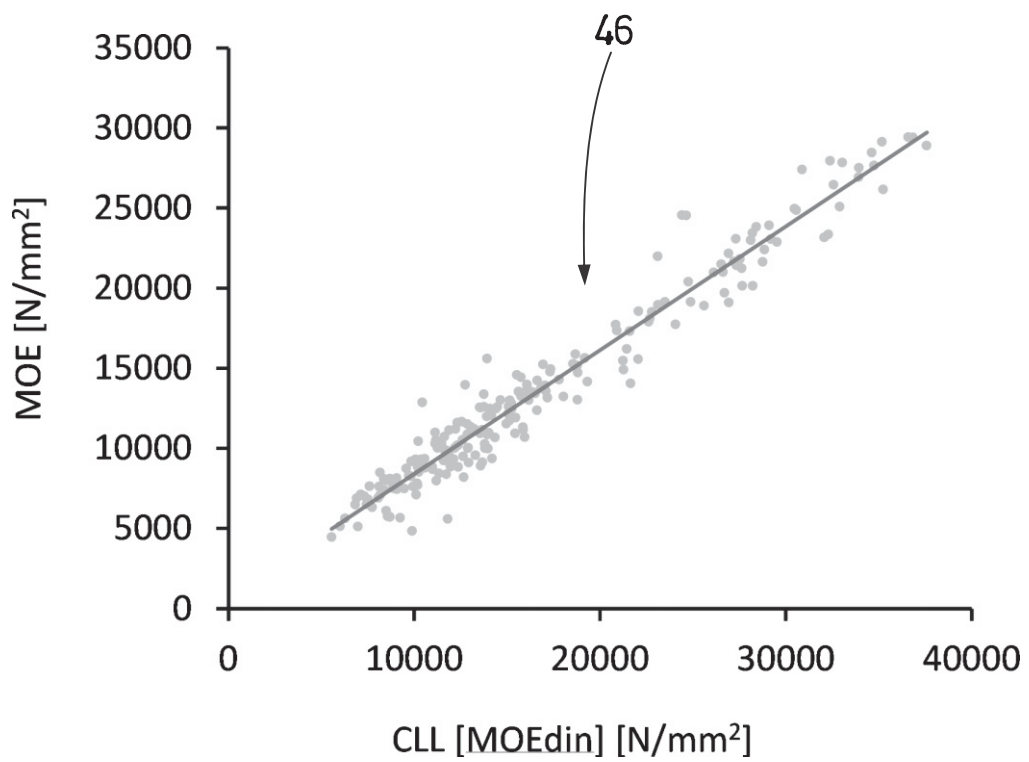


FIG. 17

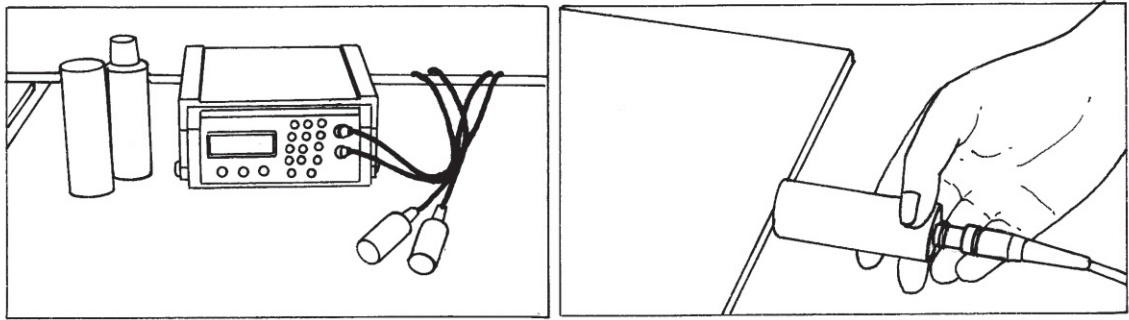


FIG. 18

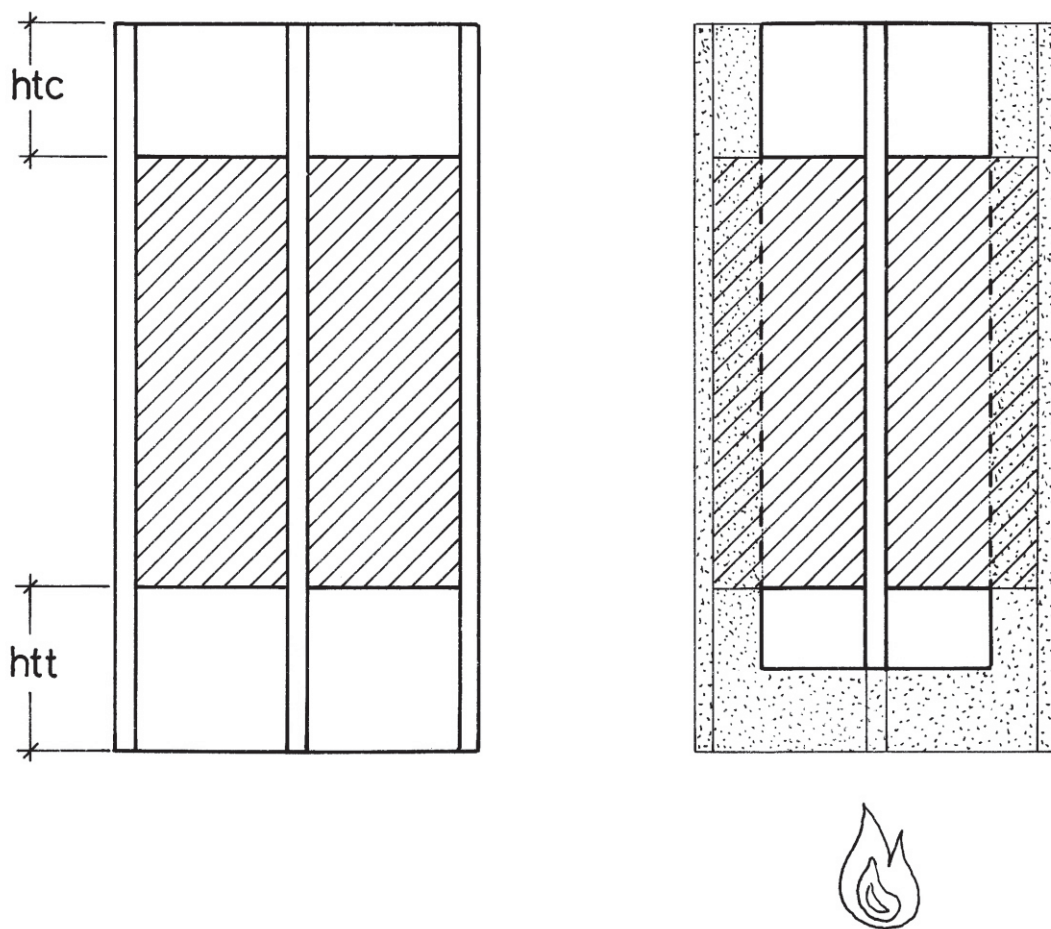


FIG. 19